

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-121967

(43)Date of publication of application : 28.04.2000

(51)Int.Cl.

G02B 26/08

(21)Application number : 10-295037

(71)Applicant : JAPAN AVIATION ELECTRONICS
INDUSTRY LTD

(22)Date of filing : 16.10.1998

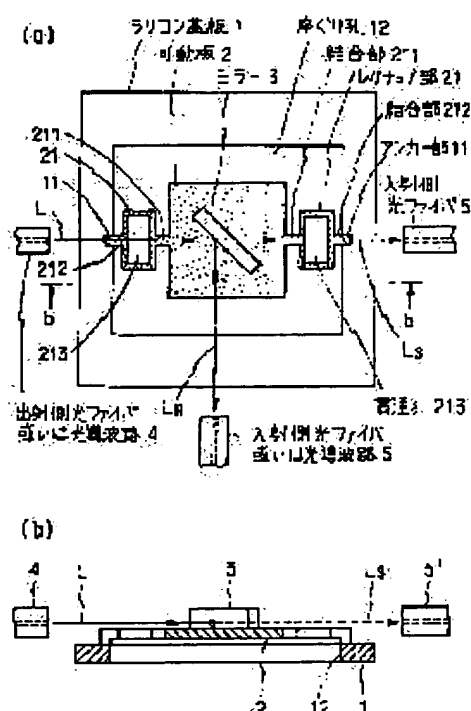
(72)Inventor : MORI KEIICHI

(54) OPTICAL SWITCH AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To switch an optical path with low loss without any dependency of characteristics on wavelength and polarization by forming a movable plate, which is coupled with a substrate through a flexure part, at a counterbore part and forming a mirror on the top surface of the movable plate.

SOLUTION: The counterbore part 12 is formed in the substrate 1, the movable plate 2 which is coupled with the substrate 1 across the flexure part 21 is formed at the counterbore part 12, and an optical switch having the mirror 3 formed is constituted on the top surface of the movable plate 2. In this case, a couple of right and left flexure parts 21 are formed to couple the movable plate 2 with the silicon substrate 1 and further another couple of upper and lower flexure parts 21 are formed to couple the movable plate 2 with the silicon substrate 1 by the two couples of flexure parts 21, thereby stabilizing the driving direction of the movable plate 2. The optical path can, therefore, be switched spatially between an incidence-side optical fiber 5 and an incidence-side optical fiber 5' not through transparent synthetic resin and other solid optical waveguides.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

11.07.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板に座ぐり部を形成し、フレクチュア部を介して基板に結合される可動板を座ぐり部に形成し、可動板の上面にミラーを形成したことを特徴とする光スイッチ。

【請求項 2】 請求項 1 に記載される光スイッチにおいて、フレクチュア部を 2 対形成して可動板を基板に対して結合したことを特徴とする光スイッチ。

【請求項 3】 請求項 1 ないし請求項 2 の内の何れかに記載される光スイッチにおいて、ミラーは可動板の上面に直角に、入射光 L に関して傾斜して形成されるものであることを特徴とする光スイッチ。

【請求項 4】 請求項 3 に記載される光スイッチにおいて、ミラーは入射光 L に関して 45° 傾斜して形成されるものであることを特徴とする光スイッチ。

【請求項 5】 請求項 1 ないし請求項 4 の内の何れかに記載される光スイッチにおいて、基板 1 はシリコン基板であることを特徴とする光スイッチ。

【請求項 6】 請求項 1 ないし請求項 5 の内の何れかに記載される光スイッチにおいて、フレクチュア部は環状に構成されるものであることを特徴とする光スイッチ。

【請求項 7】 数 μm 厚の基板 1 を準備し、基板 1 の上面に薄膜成膜技術、フォトリソグラフィ技術、エッチング技術を適用して基板上面の中央部に可動板形成領域とフレクチュア部形成領域を形成し、可動板形成領域にフォトリソグラフィ技術およびメッキ技術を適用してミラーを形成し、基板の下面をエッチング除去して可動板とフレクチュア部を形成することを特徴とする光スイッチの製造方法。

【請求項 8】 請求項 7 に記載される光スイッチの製造方法において、

基板の上面全面に SiO_2 被膜を形成し、可動板が基板に固定されるところであるアンカー部が形成されるべき領域に対応する SiO_2 被膜のみをフォトリソグラフィ技術とエッチング技術を適用して除去し、基板上面の SiO_2 被膜の上面に露出領域を含めてポリシリコン膜を成膜し、ポリシリコン膜にフォトリソグラフィ技術とエッチング技術を適用してアンカー部、結合部、フレクチュア部、可動板を形成する領域を形成し、基板上面全面に比較的に厚みの大なるレジストを塗布し、可動板形成領域の上面にミラー形状のパターンニングをし、

Ni メッキ液に浸してミラーを形成し、シリコン基板全体を SiO_2 膜で被覆し、

基板の下面にフォトリソグラフィ技術とエッチング技術を適用して座ぐり部を形成するに必要な形状の SiO_2 膜を除去し、

KOH 溶液に浸して可動板が上下移動する座ぐり部を形成することを特徴とする光スイッチの製造方法。

【請求項 9】 請求項 7 および請求項 8 の内の何れかに記載される光スイッチの製造方法において、フレクチュア部はこれを環状に構成することを特徴とする光スイッチの製造方法。

【請求項 10】 請求項 7 ないし請求項 9 の内の何れかに記載される光スイッチの製造方法において、基板としてシリコン基板を使用することを特徴とする光スイッチの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、光スイッチおよびその製造方法に関し、特に、空間的に光路をスイッチングする光スイッチおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来例を図 2 を参照して説明する。図 2 において、1 は半導体基板例えばシリコン基板である。このシリコン基板 1 の上面には 6 により示される光導波路が複数本形成されている。この複数本の光導波路 6 は互いに平行に、或は方向を異にしてシリコン基板 1 の上面に形成されている。シリコン基板 1 の上面に形成される光導波路 6 の延伸方向に光 L を放射し、その一方の端面に対して光 L を入射すると、入射光は光導波路 6 を介して伝送して他方の端面に到達し、ここから放射されて入射側光ファイバ 5 に入射するに到る。

【0003】ここで、シリコン基板 1 を図 2 に示される上下の矢印の方向に駆動することにより、放射される光 L の入射される光導波路 6 を上側或は下側の何れかに切り替えることができる。これにより、放射される光 L の伝送される入射側光ファイバ 5 をスイッチングすることができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】以上の光スイッチは、シリコン基板 1 の上面に形成される光導波路 6 を光路としてスイッチングするものであるため、光導波路 6 の伝送特性が光波長および偏波に依存して変化すると共に、光伝送損失も比較的に大きい。この発明は、上述の問題を解消した光スイッチおよびその製造方法を提供するのである。

【0005】

【課題を解決するための手段】請求項 1：基板 1 に座ぐり部 12 を形成し、フレクチュア部 21 を介して基板 1 に結合される可動板 2 を座ぐり部 12 に形成し、可動板 2 の上面にミラー 3 を形成した光スイッチを構成した。そして、請求項 2：請求項 1 に記載される光スイッチにおいて、フレクチュア部 21 を 2 対形成して可動板 2 を

基板 1 に対して結合した光スイッチを構成した。

【0006】また、請求項 3：請求項 1 ないし請求項 2 の内の何れかに記載される光スイッチにおいて、ミラー 3 は可動板 2 の上面に直角に、入射光 L に関して傾斜して形成されるものである光スイッチを構成した。また、請求項 4：請求項 3 に記載される光スイッチにおいて、ミラー 3 は入射光 L に関して 45° 傾斜して形成されるものである光スイッチを構成した。

【0007】更に、請求項 5：請求項 1 ないし請求項 4 の内の何れかに記載される光スイッチにおいて、基板 1 はシリコン基板である光スイッチを構成した。そして、請求項 6：請求項 1 ないし請求項 5 の内の何れかに記載される光スイッチにおいて、フレクチュア部 21 は環状に構成されるものである光スイッチを構成した。

【0008】ここで、請求項 7：数 μm の厚さの基板 1 を準備し、基板 1 の上面に薄膜成膜技術、フォトリソグラフィ技術、エッチング技術を適用して基板 1 上面の中央部に可動板 2 形成領域とフレクチュア部 21 形成領域を形成し、可動板 2 形成領域にフォトリソグラフィ技術およびメッキ技術を適用してミラー 3 を形成し、基板 1 の下面をエッチング除去して可動板 2 とフレクチュア部 21 を形成する光スイッチの製造方法を構成した。

【0009】そして、請求項 8：請求項 7 に記載される光スイッチの製造方法において、基板 1 の上面全面に SiO_2 被膜を形成し、可動板 2 が基板 1 に固定されるところであるアンカー部 23 が形成されるべき領域に対応する SiO_2 被膜のみをフォトリソグラフィ技術とエッチング技術を適用して除去し、基板 1 上面の SiO_2 被膜の上面に露出領域を含めポリシリコン膜を成膜し、ポリシリコン膜にフォトリソグラフィ技術とエッチング技術を適用してアンカー部 11、結合部 212、フレクチュア部 21、結合部 212、可動板 2 を形成する領域を形成し、基板 1 上面全面に比較的厚みの大なるレジストを塗布し、可動板 2 形成領域の上面にミラー形状のパターンニングをし、 Ni メッキ液に浸してミラー 3 を形成し、シリコン基板 1 全体を SiO_2 膜で被覆し、基板 1 の下面にフォトリソグラフィ技術とエッチング技術を適用して座ぐり部 12 を形成するに必要な形状の SiO_2 膜を除去し、 KOH 溶液に浸して可動板 2 が上下移動する座ぐり部 12 を形成する光スイッチの製造方法を構成した。

【0010】また、請求項 9：請求項 7 および請求項 8 の内の何れかに記載される光スイッチの製造方法において、フレクチュア部 21 はこれを環状に構成する光スイッチの製造方法を構成した。更に、請求項 10：請求項 7 ないし請求項 9 の内の何れかに記載される光スイッチの製造方法において、基板 1 としてシリコン基板を使用する光スイッチの製造方法を構成した。

【0011】

【発明の実施の形態】この発明の実施の形態を図 1 を参

照して説明する。図 1 (a) は光スイッチの実施例を上から見た図であり、図 1 (b) は図 1 (a) における線 b-b' に沿った断面を矢印の向きに視た図である。1 はシリコン基板、2 は可動板である。可動板 2 は、シリコン基板 1 に形成されるアンカー部 11 に対して、結合部 211、フレクチュア部 21、結合部 212 を介して一体的に結合している。これらシリコン基板 1、アンカー部 11、結合部 212、フレクチュア部 21、結合部 212 は、シリコン基板 1 を原材料基板としてこれにフォトリソグラフィ技術を適用することにより形成する。12 は座ぐり部であり、原材料基板である正方形のシリコン基板 1 を貫通形成されている。213 は貫通孔であり、これによりフレクチュア部 21 は図示される通りの枠形に構成されている。結果として図 1 に示される形状構造のシリコン基板 1、アンカー部 11、可動板 2、アンカー部 11 と可動板 2 との間を結合する結合部 211、フレクチュア部 21、結合部 212 が形成される。そして、可動板 2 の上面にミラー 3 を形成する。以下、光スイッチの製造工程を具体的に説明する。

【0012】原材料基板として特にシリコン基板を使用し、これに対して薄膜成膜技術、フォトリソグラフィ技術、エッチング技術を適用して光スイッチを製造する仕方を具体的に説明する。

(工程 1) 原材料基板である正方形のシリコン基板 1 を準備し、この上面全面に $1\mu\text{m}$ 厚の SiO_2 被膜を形成する。

【0013】(工程 2) 可動板 2 がシリコン基板 1 に固定されるところであるアンカー部 11 が形成されるべき領域に対応する SiO_2 被膜のみをフォトリソグラフィ技術とエッチング技術を適用して $10\mu\text{m}$ 角に除去する。ここで、原材料シリコン基板 1 上面の内の左右両辺の中間に 1箇所ずつ SiO_2 被膜が除去された露出領域が形成された。

【0014】(工程 3) シリコン基板 1 上面の SiO_2 被膜の上面に露出領域を含めて $3\mu\text{m}$ 厚のポリシリコン膜を成膜する。ここで、ポリシリコン膜はシリコン基板 1 上面の露出領域に一体化された状態でシリコン基板 1 上面の SiO_2 被膜の上面に成膜される。

(工程 4) 工程 3 において成膜形成したポリシリコン膜にフォトリソグラフィ技術とエッチング技術を適用し、これを図 1 において陰を施した領域の形状に形成し、アンカー部 11、結合部 212、フレクチュア部 21、結合部 212、可動板 2 を形成する。

【0015】(工程 5) 工程 4 に続いて、シリコン基板 1 上面全面に $20\mu\text{m}$ 厚のレジストを塗布し、可動板 2 の上面に 3 により示されるミラー形状にパターンニングする。このミラー形状のパターンニングは、入射される光 L の方向に関して傾斜してなされる。図 1 においては 45° 傾斜してパターンニングされる。

(工程 6) Ni メッキ液に浸し、 $20\mu\text{m}$ の高さのミ

ラー 3 を形成する。

【0016】(工程 7) シリコン基板 1 全体を SiO_2 膜で被覆する。

(工程 8) 工程 8 においては、シリコン基板 1 の下面について、その SiO_2 膜にフォトリソグラフィ技術とエッチング技術を適用し、12 により示される座ぐり部を形成するのに必要な形状の SiO_2 膜を除去する。

(工程 9) KOH 溶液に浸し、工程 8 において SiO_2 膜を除去されて露出したシリコン基板 1 の領域をエッチングして可動板 2 が上下移動することができる座ぐり部 12 を貫通形成する。

【0017】(工程 10) 工程 2 および工程 8 において残存した SiO_2 膜と工程 5 において残存したレジストを除去する。

以上の通りにして、光スイッチの製造は終了する。ところで、この光スイッチを駆動するには、可動板 2 の下面に図示されない一方の電極を形成すると共に、これに対応する図示されない他方の電極をシリコン基板 1 が取り付け固定される光学装置の座ぐり部 12 の領域に形成し、両電極間に電圧を印加して発生する静電力により静電駆動することができる。

【0018】図 1 の実施例において、フレクチュア部 21 は左右 1 対形成してこれにより可動板 2 をシリコン基板 1 に結合しているが、フレクチュア部 21 を更に上下にも 1 対形成して 2 対のフレクチュア部 21 により可動板 2 をシリコン基板 1 に対して結合することにより、可動板 2 の駆動方向を安定化することができる。ここで、図 1 を参照してこの発明の光スイッチによる空間的な光路スイッチングを説明する。図 1 において、4 は出射側光ファイバ或いは光導波路であり、5 は入射側光ファイバ或いは光導波路である。図 1 に図示される状態は、出射側光ファイバ 4 を介して伝送されてきた光がその端面から出射して空間を伝播し、ミラー 3 において反射し、入射側光ファイバ 5 に入射して伝送される状態を示す。

この状態を定常状態とし、ここで、先の両電極間に電圧を印加して両電極間に吸引する向きの静電力が発生したものとすると、下面に電極が形成される可動板 2 は下方に駆動され、フレクチュア部 21 が変形することにより下方に変位することとなる。可動板 2 が下方に変位することによりこの上面に形成されているミラー 3 も可動板 2 と共に下方に変位し、ミラー 3 は出射側光ファイバ 4 端面から出射する光の光路から下方に変位して外れる。出射側光ファイバ 4 端面から出射する光の光路からミラー 3 が外れたことにより、これにより遮断されていた空間伝播光は、今度は、直進して直接光 LS して入射側光ファイバ 5' に入射し、これを介して伝送される。入射側光ファイバ 5 に対する反射光 LR は消失する。

【0019】以上の通りにして、入射側光ファイバ 5 と入射側光ファイバ 5' に対して光路の切り替えを従来例の如くに透明合成樹脂その他の固体の光導波路を介することなしに空間的に実施することができる。

【0020】

【発明の効果】以上の通りであって、この発明の光スイッチは、空間的に光路をスイッチングするものであるもので、低損失であると共に波長および偏波に対する特性の依存性のない光路のスイッチングを実施することができる。

【図面の簡単な説明】

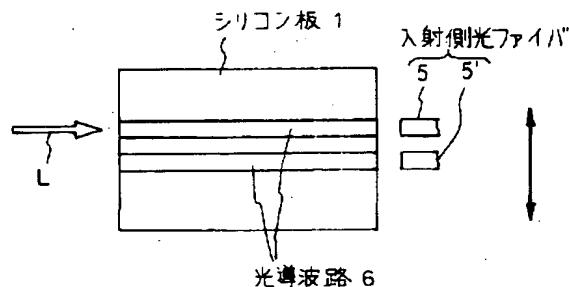
【図 1】実施例を説明する図。

【図 2】従来例を説明する図。

【符号の説明】

- 1 基板
- 11 アンカー部
- 12 座ぐり部
- 2 可動板
- 21 フレクチュア部
- 212 結合部
- 3 ミラー

【図 2】



【図 1】

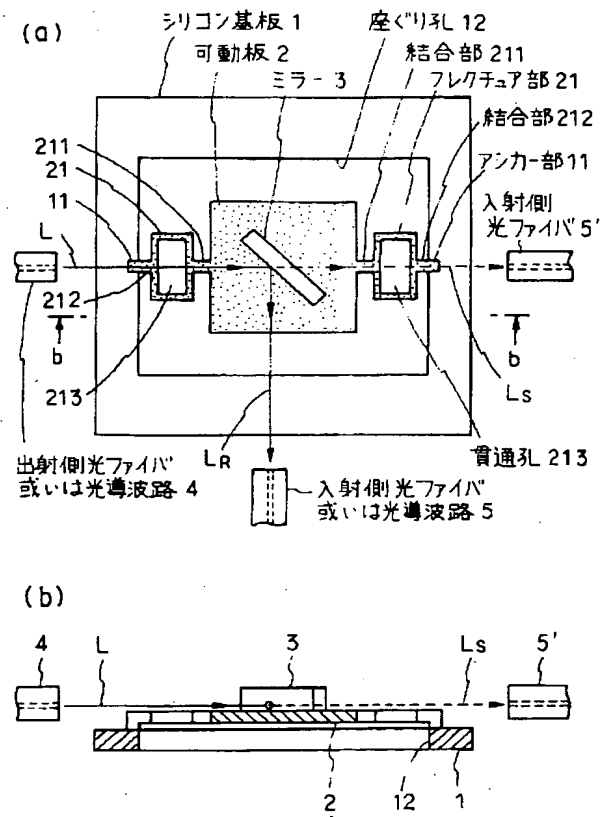


図 1